Arnold Lane Medical Library

AMMONIAKABSORPTION

DURCH DEN HUND.

INAUGURAL-DISSERTATION

VON

DR. MED. WALTHER GAST.

AMMONIAKABSORPTION

DURCH DEN HUND.

INAUGURAL-DISSERTATION

VERFASST UND DER

HOHEN MEDICINISCHEN FAKULTÆT

DER KÖNIGL. BAYER.

JULIUS-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT WÜRZBURG

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

IN DER

MEDICIN, CHIRURGIE UND GEBURTSHILFE

VORGELEGT VON

WALTHER GAST

APPR. ARZT AUS DRESDEN.

KITZINGEN AM MAIN.
DRUCK VON MESCHETT & HISSIGER.
1899.

Referent: HERR PROFESSOR Dr. LEHMANN.

SEINER TEUREN MUTTER

UND DEM

ANDENKEN SEINES UNVERGESSLICHEN VATERS

IN

KINDLICHER DANKBARKEIT

GEWIDMET

VOM VERFASSER.

Digitized by the Internet Archive
in 2025

https://archive.org/details/ammoniakabsorpti0000walt

EINLEITUNG.

Herr Professor Dr. Lehmann hat im Jubel-Bande des Archivs für Hygiene (Band XVII) eine Reihe von Untersuchungen veröffentlicht, die er an Menschen anstellte, um zu beweisen, wie viel von einem eingeatmeten giftigen Gase im Körper zurückbleibt, resp. in der Expirationsluft wieder erscheint. Die Resultate dieser Versuche waren folgende:

1. Die Absorption der im Wasser leicht löslichen Gase, Ammoniak, Schwefelwasserstoff, Chlor und Brom durch den menschlichen Körper ist eine auffallend starke.
2. Kleine Dosen werden, wenn der Aufenthalt im Raume nur kurz dauert, vollständig oder fast vollständig absorbiert.
3. Bei steigender Konzentration und längerer Einwirkung nimmt die prozentische Absorption ab — stets wurden aber mindestens 78—86 % absorbiert.
4. Sicher spielt bei der Absorption der Gase in den eben noch erträglichen Dosen die Nasenschleimhaut die Hauptrolle. Reizsymptome von Seiten des Kehlkopfes sind meist bei nasaler Athmung gering, solche von Trachealschleimhaut fehlen.

Da bei allen diesen Versuchen, weil sie am Menschen angestellt wurden, nur mit sehr kleinen Dosen experimentiert werden konnte, so war es wünschenswerth, an Tieren Ver-

suche mit grösseren Dosen und längerer Einwirkung anzustellen, und es hat im vorigen Semester Herr Kellermann es unternommen, auf Anregung des Herrn Professor Dr. Lehmann mit Chlor Versuche anzustellen. Er kam dabei zu ziemlich überraschenden Resultaten, welche seitdem von Herrn Professor Dr. Lehmann rektifiziert und mit strengster Vermeidung aller Fehlerquellen wiederholt worden sind. Die wichtigsten dieser Versuche sind etwa folgende:

„Leitet man durch einen Glaskasten, der aus nur geringer Menge von Metallteilen besteht, einen chlorhaltigen Luftstrom, so wird durch ein Tier, das sich im Innern des Kastens befindet, eine sehr erhebliche Chlormenge absorbiert, und es liess sich zeigen, dass diese Menge weit grösser ist, als das Chlorquantum, welches in die Respirationsorgane des Tieres während des Versuches eintrat. Wenn wir also selbst annehmen, dass alles eingeatmete Chlor absorbiert wird, so fehlt doch für einen grossen Teil des verschwundenen Chlores eine genügende Erklärung. Besondere angestellte Versuche haben gezeigt, dass dieser erhebliche Rest von Chlor durch den Pelz des Tieres absorbiert wird. Wie sich andere Gase diesbezüglich verhalten, darüber wissen wir noch nichts, und ich folgte daher gerne dem Vorschlage meines hochverehrten Lehrers, des Herrn Professor Dr. Lehmann, unter seiner Anleitung und Kontrolle die Frage zu untersuchen, wie sich der Tierkörper gegen Ammoniak verhält. Durch die Versuche des Herrn Kellermann war festgestellt, dass derartige Untersuchungen nur dann ein befriedigendes Resultat ergeben, wenn vorher auf das Genaueste studiert ist, in wie weit der leere Apparat im Stande ist, das zu untersuchende Gas zum Verschwinden zu bringen.

I. Methode und Vorversuche.

Die Versuchsanordnung war analog den früheren Versuchen unter Weglassung kleiner Details die folgende: Ich kann mich im Wesentlichen an die Arbeit des Herrn Kellermann halten, wobei ich den Verbesserungen Rechnung trage, die Herr Professor Dr. Lehmann zur Anstellung seiner Versuche vorgenommen hat.

Der Apparat selbst ist der von Herrn Professor Lehmann modificierte Pettenkofer-Voit'sche Respirationsapparat mit der Lehmann'schen Einrichtung zur Beimischung giftiger Gase zum Luftstrom. Die Anordnung des Apparates war folgende: Ein rechteckiger Kasten (Länge 89 cm, Breite 40 cm, Höhe 40 cm = 142,4 Liter Volumen), dessen Wandungen aus dickem Glas, Zinkblech und Eisenschienen bestehen, welch' letztere sorgfältigst mit Paraffin überstrichen sind. Der Kasten kann durch eine Scheidewand in 2 Kammern zerlegt werden, stellt aber bei den vorliegenden Versuchen einen einzigen Raum dar. In der Mitte des mit einer Glasplatte bedeckten Bodens jeder Kammer befindet sich ein Loch, aus welchem nach Beendigung der Versuche mit dem Hund der von ihm gelieferte Speichel, Urin, Erbrochenes u. s. w. entfernt wird.

Das Princip des Apparates beruht 1. auf einer Druckwirkung; 2. auf einer Saugwirkung, wie im Folgenden gezeigt werden soll. Mit der Eingangsöffnung E kommuniciert ein System von Woulff'schen Flaschen, 3 an der Zahl.

Es stellte sich übrigens während der Versuche heraus, dass diese Mischflaschen völlig ohne Bedeutung sind, es wurde daher später nur eine Flasche verwendet, in welcher die athmosphärische Luft mit dem Ammoniak vermischt wurde und von da in den Kasten gedrängt.

Das Gas selbst wird durch einen Luftstrom mitgerissen, welcher durch eine Flasche mit 8 Liter Liqu. Ammon. caustic. hindurchgeht und dadurch erzeugt wird, dass ein regulierbarer Wasserstrom in eine grosse Flasche geleitet wird, wodurch die Luft aus der Flasche verdrängt und durch die Ammoniakflüssigkeit geleitet wird. Die Flasche mit dem Ammoniak selbst steht in einem Wasserbade innerhalb eines Blechcylinders. Da das abfliessende Wasser immer durch zufliessendes ersetzt wird, so ist die Ammoniakflüssigkeit einer sich stets gleichbleibenden Temperatur ausgesetzt. Aus dieser Ammoniakflasche führt ein Glasrohr in die zur Luftaufnahme bestimmte Woulff'sche Flasche, so dass sich also hier die Luft mit Gas vermischt. In die Verbindung zwischen Ammoniakquelle und Mischflasche ist ein zum Theil mit Wasser gefülltes Gläschen mit doppelt durchbohrtem Stöpsel wie bei den Woulff'schen Flaschen eingeschaltet, um an den in demselben aufsteigenden Gasbläschen controllieren zu können, dass das Gas auch wirklich in die Mischflasche geleitet wird. Mit dieser Ammoniakflasche steht wieder ein System von 3 Woulff'schen Flaschen in Verbindung; in die eine Flasche fliesst, wie schon oben angedeutet, (zwei von ihnen dienen als Reserve-Flaschen, sie sind für gewöhnlich durch Klemmen aus der Verbindung ausgeschaltet und werden nur dann verwendet, wenn die eine Flasche mit Wasser gefüllt ist und man sie, sei es aus Versehen, sei es aus Absicht, um den Versuch nicht, wenn auch nur kurz zu

unterbrechen, nicht ausleert) vermittelst eines Heberrohres aus einem über dem Apparat angebrachten Bassin ein Wasserstrom, dessen Stärke durch einen an dem Heberrohr sich befindenden Zeigerhahn reguliert werden kann. Wenn Wasser aus diesem Heberrohr in die Flasche fliesst, so wird Luft aus derselben vertrieben, folglich muss durch die Luft, welche in die Ammoniakflasche gedrückt wird (Druckprincip) das locker gebundene Ammoniak durch das Wasser gelöst werden und in die Mischflasche gedrängt werden. Mit der Intensität des Wasserstromes ist daher die Menge des aus der Ammoniakflasche in die Mischflasche übergeleiteten Ammoniaks direkt proportioniert. In das Bassin selbst wird, während der Apparat in Betrieb ist, stets aus der Wasserleitung des Laboratoriums gleichmässig Wasser zugeleitet, so dass das Wasserniveau im Bassin stets das gleiche bleibt. Die Ausflussöffnung steht indirect mit einem Gasometer in Verbindung. Dasselbe wird durch ein Rad in Thätigkeit gesetzt, welches durch einen Wasserstrahl getrieben wird, der durch eine mit einem Wasserhahn versehene Röhre aus dem Bassin auf die Radspeichen sich ergiesst. Durch diese Gasuhr wird fortwährend Luft bezw. Gasluft aus dem Kasten angesaugt (Saugprincip). Je nachdem das Wasserrad der Uhr durch einen stärkeren oder schwächeren Wasserstrahl getrieben wird, desto mehr oder weniger Luft bezw. Gasluft wird angesaugt. In den vorliegenden Versuchen ist die Stärke des Wasserstrahles so gewählt worden, dass in der Stunde 1800 Liter Luft durch die Gasuhr aus dem Kasten angesaugt wurden. Aus der Gasuhr wurde die angesaugte Luft durch eine Röhre zum Fenster in's Freie geleitet. Wie bereits oben erwähnt, steht die Ausflussöffnung des Kastens indirekt in Verbindung mit der Gasuhr und zwar insofern,

als in die Verbindung zwischen beiden eine mit Bimsstein und Schwefelsäure gefüllte Woulff'sche Flasche eingeschaltet ist, die den Zweck hat, die mit Ammoniak beladene Luft, die aus dem Kasten angesaugt wird, bevor sie in die Gasuhr gelangt, ihr Ammoniak abgeben zu lassen, so dass auf diese Weise die Uhr in ihrer Functionierung nicht geschädigt wird. Denn durch die Bimssteine wird dem in die Flasche einströmenden Ammoniakgase eine grosse Absorptionsfläche dargeboten; aus der Schwefelsäure wird mit der Zeit durch Anhäufung von Ammoniak schwefelsaures Ammonium. Zum Schlusse ist noch zu erwähnen, dass die Kanten, bezw. die Eisenschienen des Kastens, um dessen Dichtigkeit zu erhöhen, fest mit Oelkitt verkittet waren; besonders dicht war dies bei dem Schieberfenster der Fall.

Absorptionsversuche bei leerem Kasten.

Nachdem ich mich eine Woche lang auf die Titrierungsmethoden eingeübt hatte, ging ich zu den Versuchen mit leerem Kasten über; es sei an dieser Stelle noch erwähnt, dass zuvor 24 Stunden lang eine grosse, flache Schüssel mit Liqu. Ammon. caustic. in dem Kasten gestanden hatte.

Ich will, ehe ich die hauptsächlichsten dieser Vorversuche anführe, noch mittheilen, dass an 3 Stellen Proben der Gasluft entnommen wurden und zwar vom Boden des Kastens (B), zu welchem Zwecke bei den Vorversuchen ein Glasrohr bis in die Mitte des Kastens gelegt wurde (dasselbe musste bei den Tierversuchen des Tieres wegen entfernt werden). Die zweite Gasprobe wurde am Eingange (E) zum Kasten entnommen, also zwischen Kasten und Mischflasche; die dritte Probe am Ausgange (A) des Kastens. Alle drei

Proben wurden vermittelst Aspiration angesaugt und zwar in den ersten Versuchen wurden stets 6 Liter Gasluft angesaugt. (Später aus noch zu erwähnenden Gründen nur 4 Liter).

Die Zeit, in welcher diese Mengen Wasser abliefen, schwankte zwischen 30 und 35 Minuten. Die angesaugte Luft wurde in den ersten Versuchen durch je 20 ccm einer $^1/_{50}$ Normal-Schwefelsäure geleitet, 1 ccm = 0,34 mgr NH_3, bei den späteren Versuchen durch je 20 ccm einer $^1/_{10}$ Normal-Schwefelsäure-Lösung 1 ccm = 1,7 mgr NH_3. Dementsprechend wurde bei sämmtlichen Absorptionsversuchen mit einer $^1/_{50}$ bezw. $^1/_{10}$ Normal-Natronlauge titriert, wobei als Indicator Luteol zur Verwendung kam. Ich lasse jetzt sogleich die Versuchsergebnisse tabellarisch folgen:

mg NH_3

Laufende No.	Datum	1 Liter Luft enthält: Einstrom	Ausstrom	Boden	Differenz pro 1 Liter	Also Differenz pro 1800 Liter in 1 Stunde	Wasserhahn	Ablaufszeit d. Aspiratoren in Minuten	Bemerkungen
		mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3			
1.	25. X.	0,27	0,27	0,26	0,01	—18	13	32	
2.	26. X.	0,68	0,70	0,67	0,02	+36	13	30	
3.	28. X.	0,58	0,54	0,03	0,04	—72	13	34	
4.	28. X.	0,57	0,52	0,52	0,04	—72	13	35	
5.	28. X.	0,49	0,48	0,48	0,01	—18	14	35	
6.	28. X.	0,37	0,4	0,4	0,03	+54	14	33	
7.	28. X.	0,62	0,63	0,57	0,01	+18	14	34	Neue Füllung der Flasche
8.	29. X.	0,77	0,79	0,79	0,01	+18	14	35	
9.	2. XI.	0,68	0,68	0,69	0,0	+ 0	14	35	

Bei den genannten Vorversuchen stellte sich einmal heraus, dass das Einschalten von mehr als einer Mischflasche

ohne Bedeutung für das Resultat war; ferner zeigte es sich, dass die Ammoniakflasche sehr schnell an Gasgehalt abnahm, so dass dieselbe öfters frisch gefüllt werden musste. Schliesslich stellte es sich heraus, dass man bei der Berechnung auf $^1/_{10}$ ccm nicht Rücksicht nehmen konnte, da selbst bei grösster Sorgfalt sich immerhin, wenn auch ganz geringe Ungenauigkeiten einschleichen.

Nachdem wir uns überzeugt hatten, dass der Apparat gar nicht oder nur Spuren von Ammoniak zum Verschwinden bringt, gingen wir zu den Tierversuchen über, ich habe aber auch hierbei stets zwei blinde Versuche voran- und nachgehen lassen, um die jeweilige Absorptionskraft des Kastens in Rechnung ziehen zu können.

II. Versuche mit Hund.

I. Versuch.

Der Apparat funktioniert unter denselben Bedingungen, nur wird das Rohr aus dem Boden des Kastens entfernt und am Ausgange wird die Probe aus dem Ausgangsrohr entnommen.

Vorversuch zu Versuch I.

Lfde. No.	Datum	1 Liter Luft enthält:		Differenz pro 1 Liter	Differenz pro 1800 Liter in 1 Stunde	Bodengehalt
		Einstrom	Ausstrom			
		mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3
10.	2. XI.	0,68	0,69	0,01	18	0,7
11.	2. XI.	0,7	0,71	0,01	18	0,71

Nach 45 Minuten wird der Hund in den Kasten gebracht; er ist mittelgross stark, behaart, gehört zur Gattung der Schnauze; er ist schon ziemlich alt, nur wenig gut genährt, ist aber gutmütig und ruhig. Um 3 Uhr 15 Minuten wird er in den Kasten gebracht. Er verhält sich völlig ruhig; nach etwa 10 Minuten stellt sich ganz mässiger Speichelfluss ein; nach weiteren 5 Minuten fängt er zu knurren an, wird auch sonst etwas unruhiger und befindet sich in halbliegender Stellung mit dem Maule nach dem Ausgange zu.

Um 3 Uhr 50 Minuten werden die Aspiratoren geöffnet; der Hund beginnt um diese Zeit stark am ganzen Körper zu zittern, schnappt gierig nach Luft durch Emporstrecken des Kopfes und weites Oeffnen des Rachens, wird überhaupt hochgradig unruhig.

Es scheint, dass das Schnaufen durch die Nase hochgradig beeinträchtigt ist in Folge der immer mehr zunehmenden Schleimsekretion, daher auch das weite Oeffnen des Rachens. Auf der Hornhaut und der Sklera sind keinerlei Veränderungen nachzuweisen. Eine weitere Kontrolle der Augen ist leider nicht möglich, da sich die Glaswände des Kastens stark beschlagen. Um 4 Uhr 15 Minuten legt sich der Hund lang hin, schliesst die Augen fest und atmet etwas langsamer, die Zunge ist hochgradig cyanotisch. Um 4 Uhr 30 Minuten ist der Versuch beendet und der Hund wir dem Kasten entnommen. Die Resultate der beiden Versuche sind folgende:

Hauptversuch mit Hund zu Versuch I.

(Aufenthalt im Kasten 1 Stunde 15 Minuten).

Lfde. No.	Datum	1 Liter Luft enthält:		Differenz pro 1 Liter	Differenz pro 1800 Liter in 1 Stunde	Bodengehalt	Bemerkungen
		Einstrom	Ausstrom				
		mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	
12.	2. XI.	0,76	0,61	0,15	270	0,61	nach 45 Minut.
13.	2. XI.	0,68	0,54	0,14	252	0,54	nach 1 Stunde und 45 Min.

Die an den Wänden angesammelte Flüssigkeit ist so gering, dass sie nicht messbar ist, infolge dessen unberücksichtigt bleiben kann.

Der Hund wird aus dem Kasten entfernt, die Speichelsekretionsvermehrung hat aufgehört, und auch sonst zeigt er keinerlei abnormale Symptome. Etwa 25 Minuten später wurde ein blinder Nachversuch angestellt, ohne irgend etwas am Kasten zu machen, dessen Ergebnisse folgendes ist:

Nachversuch zu Versuch I nach Entfernung des Hundes.

Lfde. No.	Datum	1 Liter Luft enthält:		Differenz pro 1 Liter	Differenz pro 1800 Liter in 1 Stunde	Bodengehalt
		Einstrom	Ausstrom			
		mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3
14.	2. XI.	0,61	0,59	0,02	36	0,6

II. Versuch.

Der Apparat bleibt unverändert; die Aspiratoren werden geöffnet, nachdem 30 Minuten lang das Gas durch den Kasten hindurchgegangen ist.

Das Ergebniss der Vorversuche ohne Hund ist folgendes:

Vorversuche zu Versuch II ohne Hund.

Lfde. No.	Datum	1 Liter Luft enthält:		Differenz pro 1 Liter	Differenz pro 1800 Liter in 1 Stunde	Bodengehalt
		Einstrom	Ausstrom			
		mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3
15.	4. XI.	0,57	0,52	0,05	90	0,56
16.	4. XI.	0,73	0,71	0,02	36	0,71

Nach 35 Minuten wird der Hund in den Kasten gesetzt. Er ist kleiner als der bei den früheren Versuchen, dafür aber etwa doppelt so dick; er gehört zur Rasse der Pinscher, ist kurz behaart, etwas wild und unruhig in seinem ganzen Benehmen. Er schliesst, in den Kasten gebracht, auffallend häufig die Augen, verhält sich aber sonst ziemlich ruhig in halbliegender Stellung; nach 10 Minuten werden Zunge und Schnauze, die zu Beginn des Versuches hellroth waren, hochgradig cyanotisch; die Schleimsecretion der Mundhöhle ist wenig vermehrt, die der Nasenhöhle stark erhöht. Nach 20 Minuten werden die Aspiratoren geöffnet, welche nach 30 Minuten abgelaufen sind. Der Hund verbleibt im Kasten, so dass der zweite Versuch bereits nach Verlauf von 21 Minuten begonnen werden kann. Bei dem zweiten Versuche sind sämmtliche Erscheinungen,

die der Hund im ersten Versuche gezeigt hat, eigenthümlicherweise verschwunden, und zeigt derselbe nicht das geringste abnormale Symptom. Die 6 Liter Luft werden auch hier wieder in 30 Minuten angesaugt, und der Hund wird nach einem Aufenthalte von 1 Stunde und 50 Minuten aus dem Kasten herausgenommen; er niest stark und zeigt sich hochgradig wild. Das Ergebniss der beiden Versuche ist folgendes:

Hauptversuch zu Versuch II mit Hund.

(Aufenthalt im Kasten 1 Stunde 50 Minuten.)

Lfde. No.	Datum	1 Liter Luft enthält:		Differenz pro 1 Liter	Differenz pro 1800 Liter in 1 Stunde	Bodengehalt
		Einstrom	Ausstrom			
		mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3
17.	4. XI.	0,77	0,62	0,15	270	0,63
18.	4. XI.	0,80	0,62	0,18	324	0,64

Nach Verlauf von 30 Minuten wird ein blinder Nachversuch angestellt, ohne dass etwas am Kasten gemacht wurde, der folgendes ergibt:

Nachversuch zu Versuch II nach Entfernung des Hundes.

Lfde. No.	Datum	1 Liter Luft enthält:		Differenz pro 1 Liter	Differenz pro 1800 Liter in 1 Stunde	Bodengehalt
		Einstrom	Ausstrom			
		mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3
19.	4. XI.	0,85	0,85	0	18	0,84

III. Versuch mit Hund.

Nachdem 3 Tage lang eine Schüssel mit Ammoniak im Kasten gestanden hat, wird zu den Vorversuchen übergegangen. Der Apparat functioniert unter denselben Verhältnissen wie früher. Nachdem der Gasstrom etwa 25 Minuten hindurchgegangen ist, werden die Aspiratoren geöffnet. Das Resultat der 4 Vorversuche ergiebt folgendes:

	Lfde. No.	Datum	1 Liter Luft enthält: Einstrom	1 Liter Luft enthält: Ausstrom	Differenz pro 1 Liter	Differenz pro 1800 Liter in 1 Stunde	Bodengehalt
			mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3
Gasstrom verstärkt	44.	3. II.	2,55	2,42	0,13	234	2,55
	45.	3. II.	2,55	2,38	0,17	306	2,59
	46.	3. II.	2,47	2,34	0,13	234	2,42

Um 12 Uhr 20 Minuten wird der Hund in den Kasten gesetzt; es ist derselbe wie in dem vorigen Versuche, nur hat derselbe durch kräftige Ernährung an Körpervolumen stark zugenommen. Sofort nach Eintritt in den Kasten beginnt eine hochgradige Speichelsekretion. Der Hund befindet sich in halbliegender Stellung, das Maul nach dem Eingang zugerichtet und schliesst die Augenlider krampfhaft zusammen, verhält sich aber sonst während der ganzen Versuche ganz ruhig; ohne seine Stellung zu verändern. Die Speichelsecretion nimmt zusehends zu, sonst zeigt der Hund keinerlei abnormale Symptome. Um 12 Uhr 40 Minuten werden die Aspiratoren geöffnet, die Versuche ergeben folgendes Resultat:

Hauptversuch zu Versuch III mit Hund.

Aufenthalt 2 Stunden im Kasten.

Lfde. No.	Datum	1 Liter Luft enthält:		Differenz pro 1 Liter	Differenz pro 1800 Liter in 1 Stunde	Bodengehalt
		Einstrom	Ausstrom			
		mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3
47.	3. II.	2,21	1,36	0,85	1530	1,74
48.	3. II.	2,21	1,32	0,89	1600	1,70
49.	3. II.	2,13	1,28	0,85	1530	1,49

Der Hund wird 2 Uhr 20 Minuten aus dem Kasten herausgelassen; er erholt sich nach mehrmaligem Schnaufen sofort. Es werden gleich im Anschluss daran 3 Nachversuche angestellt, deren Resultat folgendes ergibt:

Nachversuch zu Versuch III ohne Hund.

Lfde. No.	Datum	1 Liter Luft enthält:		Differenz pro 1 Liter	Differenz pro 1800 Liter in 1 Stunde	Bodengehalt
		Einstrom	Ausstrom			
		mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3
50.	3. II.	2,21	2,21	0	0	2,17
51.	3. II.	2,13	2,25	0,12	— 216	2,13
52.	3. II.	1,91	1,83	0,8	+ 144	1,78

IV. Versuch mit Hund.

Zum Versuch dient der Hund wie in Versuch III; der Apparat wird nicht verändert, nur wird der Gasstrom etwas schwächer gestellt. Die 3 blinden Vorversuche ergeben folgendes Resultat:

Lfde. No.	Datum	1 Liter Luft enthält: Einstrom	1 Liter Luft enthält: Ausstrom	Differenz pro 1 Liter	Differenz pro 1800 Liter in 1 Stunde	Bodengehalt
		mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3
53.	6. II.	1,45	1,21	0,09	162	1,45
54.	6. II.	1,49	1,40	0,09	162	1,45
55.	6. II.	1,45	1,40	0,05	90	1,40

11 Uhr 25 Minuten wird der Hund in den Kasten gesetzt; es ist derselbe wie in dem vorhergehenden Versuche. Er zeigt genau dieselben Symptome wie vorher; es tritt sofort eine sehr heftige Speichelsekretion ein, sonst verhält sich der Hund ruhig in halbsitzender Stellung mit der Schnauze dem Eingange zu. 11 Uhr 30 Minuten werden die Aspiratoren geöffnet.

Hauptversuch zu Versuch IV mit Hund.

Aufenthalt im Kasten 1 Stunde 45 Minuten.

	Lfde. No.	Datum	1 Liter Luft enthält: Einstrom	1 Liter Luft enthält: Ausstrom	Differenz pro 1 Liter	Differenz pro 1800 Liter in 1 Stunde	Bodengehalt
			mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3
	56.	6. II.	1,28	0,43	0,85	1530	1,23
Gasstrom etwas verstärkt	57.	6. II.	1,49	0,72	0,77	1386	1,49
	58.	6. II.	1,49	0,68	0,81	1458	1,45

1 Uhr wird der Hund aus dem Kasten genommen; er erholt sich sofort. Unmittelbar darauf werden 3 Nachversuche mit ungereinigtem Kasten angestellt; sie ergeben folgendes:

Nachversuch zu Versuch IV ohne Hund.

Lfde. No.	Datum	1 Liter Luft enthält: Einstrom	1 Liter Luft enthält: Ausstrom	Differenz pro 1 Liter	Differenz pro 1800 Liter in 1 Stunde	Bodengehalt
		mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3
59.	6. II.	1,36	1,28	0,08	144	1,32
60.	6. II.	1,32	1,32	0	0	1,28
61.	6. II.	1,28	1,23	0,05	90	1,23

V. Versuch mit Hund.

Es wird derselbe Hund benützt, auch bleibt der Apparat derselbe, nur wird der Gasstrom etwas schwächer genommen.

V. Vorversuch ohne Hund.

	Lfde. No.	Datum	1 Liter Luft enthält: Einstrom	1 Liter Luft enthält: Ausstrom	Differenz pro 1 Liter	Differenz pro 1800 Liter in 1 Stunde	Bodengehalt
			mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3
	62.	8. II.	1,28	1,19	0,09	162	1,23
Gas schwächer	63.	8. II.	0,72	0,64	0,08	144	0,72
Gas schwächer	64.	8. II.	0,64	0,59	0,05	90	0.59

11 Uhr 20 Minuten wird der Hund in den Kasten gesetzt, 11 Uhr 30 Minuten werden die Aspiratoren geöffnet. Der Hund sitzt mit dem Rücken dem Eingange zu. Anfangs tritt starker Speichelfluss ein, der sich aber nach und nach ganz verliert, so dass der Hund auf den schwachen Gasstrom überhaupt nicht mehr zu reagieren scheint.

Hauptversuch zu Versuch V mit Hund.

Lfde. No.	Datum	1 Liter Luft enthält:		Differenz pro 1 Liter	Differenz pro 1800 Liter in 1 Stunde	Bodengehalt
		Einstrom	Ausstrom			
		mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg HN_3
65.	8. II.	0,64	0,21	0,43	774	0,59
66.	8. II.	0,64	0,25	0,39	702	0,55
67.	8. II.	0,59	0,13	0,46	828	0,55

12 Uhr 50 Minuten wird der Hund dem Kasten entnommen, er erholt sich sofort. Die unmittelbar darauf angestellten Nachversuche ergaben folgendes:

Nachversuch zu Versuch V ohne Hund.

Lfde. No.	Datum	1 Liter Luft enthält:		Differenz pro 1 Liter	Differenz pro 1800 Liter in 1 Stunde	Bodengehalt
		Einstrom	Ausstrom			
		mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3
68.	8. II.	0,64	0,59	0,05	90	0,59
69.	8. II.	0,64	0,55	0,09	162	0,59
70.	8. II.	0,55	0,47	0,08	144	0,55

III. Ausrechnung der Versuche.

Um zu berechnen, wieviel Ammoniak der Hund in jedem Versuche absorbiert hat, genügen die vorliegenden Daten. Die Ausrechnung theile ich so ausführlich mit, dass ich nichts weiteres dazu zu bemerken habe.

Ausrechnung von Versuch I.

Im Vorversuch

absorbierte der Kasten pro Stunde 18 mg.

Also im Mittel 18, bei einem Gehalt von 0,69 mg NH_3 pro Liter.

Im Hauptversuch

absorbierte Kasten und Hund 270

252

Also im Mittel 261, bei einem Gehalt von 0,64.

Im Nachversuch

absorbierte der Kasten pro Stunde 36.

Also im Mittel 36, bei einem Gehalt von 0,6.

Es wäre also im Hauptversuch durch den Hund absorbiert pro 1 Stunde: 261 – 18 oder 36 mg Ammoniak, also mindestens 225 mg.

Ausrechnung von Versuch II.

Im Vorversuch

absorbierte der Kasten pro Stunde: 90

36

Also im Mittel 63, bei einem Gehalt von 0,62.

Im Hauptversuch

absorbierte Kasten und Hund 270

324

Also im Mittel 297, bei einem Gehalt von 0,7.

Im Nachversuch absorbierte der Kasten pro Stunde 18.

Also im Mittel 18 bei einem Gehalt von 0,85.

Es wäre also im Hauptversuch durch den Hund absorbiert pro Stunde 297 - - 63 oder 18 mg Ammoniak, also mindestens 234 mg.

Ausrechnung von Versuch III.

Im Vorversuch

absorbierte der Kasten pro Stunde: 234
306
234

Also im Mittel 25,8, bei einem Gehalt von 2,45 (Mittel der 3 Ein- und 3 Ausstrombedingungen).

Im Hauptversuch

absorbierte Kasten und Hund pro Stunde: 1530
1600
1530

Also im Mittel 1553, bei einem Durchschnittsgehalt von ca. 1,75.

Im Nachversuch absorbierte der Kasten — wenn ich nur den dritten Versuch (w 52) der ein positives Resultat gab — in Rechnung ziehe, 144 mg pro Stunde bei einem Gehalt von 1,87 mg pro Liter.

Es sind also im Hauptversuche durch den Kasten allein jedenfalls weniger als 258 mg absorbiert worden, denn der Gehalt im Hauptversuch betrug nur ca. 1,7, wahrscheinlich höchstens 144 mg wie im Nachversuch bei einem Gehalt von 1,87.

Es wäre also im Hauptversuch durch den Hund absorbiert pro 1 Stunde 1553 — ca. 144 d. h. etwa 1409 mg Ammoniak.

Ausrechnung von Versuch IV.

Im Vorversuch

absorbierte der Kasten pro Stunde: 162

162

90

Also im Mittel 138, bei einem Gehalt von 1,4.

Im Hauptversuch

absorbierte der Kasten und Hund pro Stunde: 1530

1386

1458

Also im Mittel 1456, bei einem Gehalt von 1,01.

Im Nachversuch

absorbierte der Kasten pro Stunde: 144

0

90

Also im Mittel 117, bei einem Gehalt von 1,28.

Es wäre also in dem Hauptversuch von dem Hunde absorbiert pro Stunde: 1456 138 1318 mg Ammoniak.

Ausrechnung von Versuch V.

Im Vorversuch

absorbierte der Kasten pro Stunde: 162

144

90

Also im Mittel 132, bei einem Gehalt von 0,74.

Im Hauptversuch

absorbierte der Kasten und Hund pro Stunde: 774

702

828

Also im Mittel 1101 bei einem Gehalt von 0,41.

Im Nachversuch
absorbierte der Kasten pro Stunde: 90
162
144

Also im Mittel 132, bei einem Gehalt von 0,57.

Es wäre also im Hauptversuch von dem Hunde absorbiert worden pro Stunde 1101 132 1069 mg Ammoniak.

IV. Diskussion der Resultate.

Ich habe die Ergebnisse der 5 mit allen Cautelien angestellten Versuche in folgende Tabelle zusammengestellt:

Tabellarische Übersicht der gesammten Versuche.

No.	Inhalt des Kastens	Vorversuch			Hauptversuch			Nachversuch			Absorption durch Hund
		Kasten pro Stunde	Mittel	Gehalt	Kasten und Inhalt pro St.	Mittel	Gehalt	Kasten pro Stunde	Mittel	Gehalt	
		mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3
I	Hund I	18 18	18	0,69	270 252	261	0,64	36	36	0,6	225
II	Hund II	90 36	63	0,62	270 324	297	0,7	18	18	0,85	234
III	Hund III	234 306 234	258	2,45	1530 1600 1530	1553	1,75	144	144	1,87	1409
IV	Hund III	162 162 90	138	1,4	1530 1386 1458	1456	1,01	144 90	117	1,28	1318
V	Hund III	162 144 90	132	0,74	774 702 828	766	0,41	90 162 144	132	0,57	634

Dieselbe ergibt, dass der Hund erhebliche Ammoniakmengen zum Verschwinden bringt und zwar recht verschiedene Mengen in den einzelnen Versuchen von 225 1409 Milligramm. In Versuch 1 und 2 absorbirte ein 8500 gr schwerer, lang aber dünn behaarter Hund soviel wie ein kurzhaariger 9050 gr schwerer, bei dem annähernd gleichen Gehalt von 0,64 und 0,7 mg pro Liter.

Viel stärker absorbierte Hund III, der bei einem Durchschnittsgehalt von 0,41 mg pro Liter 634, bei 1,0 pro Liter 1318 und bei 1,7 1409 mg pro Stunde zum Verschwinden brachte, d. h. die absorbierte Menge steigt mit dem NH_3 Gehalt, ist ihm aber, wie zu erwarten, nicht proportional. Auffallend ist, dass der kurzhaarige Hund III mit 9050 gr Gewicht fast das 3fache wie Hund I und II absorbierte, selbst bei einem Gehalt, der wesentlich niedriger war als in den beiden ersten Versuchen.

Dass diese Ammoniakmengen ebensowenig durch die Respiration verschwunden sein konnten wie die Chlormengen in den Versuchen von Professor Lehmann und Herrn Dr. Kellermann war sehr wahrscheinlich.

Die Rechnung ergiebt:

Ein Hund von 8 Kilogramm atmet pro Stunde höchstens 120 Liter Luft ein, kann also unter der Annahme, dass er alles inspirierte Ammoniak auch absorbiert, ein Maximum zum Verschwinden bringen.

Bei	0,4	120 . 0,4	= 28	mg
=	0,7	120 . 0,7	= 84	=
=	1,0	120 . 1,0	= 120	=
=	1,5	120 . 1,5	= 180	=
=	1,75	120 . 1,75	= 210	=

Meine Hunde absorbierten aber 225 — 140 mg, — also musste auch hier die Absorption auf anderem Wege zum grossen Theil stattfinden.

V. Versuche zur Beweisführung, dass auch das Ammoniak durch die Haut resp. Haare grossenteils absorbiert wird.

Ich stellte auf Rath von Herrn Professor Dr. Lehmann zunächst 2 Versuche über die Absorption von lufttrockener und feuchter Schafwolle an.

Versuche mit Schafwolle.

Der Apparat bleibt derselbe, der Kasten ist gereinigt worden, und es hat in demselben mehrere Tage lang eine Schüssel mit Ammoniak gestanden.

Der Gasstrom wird etwas verstärkt; die Vorversuche ergaben Folgendes:

Vorversuch zum Wollversuch I ohne Wolle.

Lfde. No.	Datum	1 Liter Luft enthält:		Differenz pro 1 Liter	Differenz pro 1800 Liter in 1 Stunde	Bodengehalt
		Einstrom	Ausstrom			
		mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3
71.	22. II.	2,34	2,29	0,05	90	2,38
72.	22. II.	2,29	2,25	0,04	72	2,29

Nun werden 70 gr Schafwolle in den Kasten gebracht, die ungefähr dem Gewichte der Haare eines Hundes vom Körpergewicht 5 kg entsprechen.

Versuche mit Wolle.

Lfde. No.	Datum	1 Liter Luft enthält: Einstrom	1 Liter Luft enthält: Ausstrom	Differenz pro 1 Liter	Differenz pro 1800 Liter in 1 Stunde	Bodengehalt
		mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3
73.	22. II.	2,34	2,12	0,22	396	2,29
74.	22. II.	1,70	1,36	0,34	612	1,65
75.	22. II.	0,85	0,42	0,43	774	0,80

VI. Versuche mit angefeuchteter Wolle.

Es wird neues Ammoniak in die Flasche gefüllt, und 2 Vorversuche werden angestellt.

Vorversuch ohne Wolle.

Lfde. No.	Datum	1 Liter Luft enthält: Einstrom	1 Liter Luft enthält: Ausstrom	Differenz pro 1 Liter	Differenz pro 1800 Liter in 1 Stunde	Bodengehalt
		mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3
76.	24. II.	0,85	0,80	0,05	90	0,85
Gas stärker 77.	24. II.	2,34	2,29	0,05	90	2,29

Die Wolle, welche in feuchte Tücher gewickelt und so angefeuchtet wurde, wiegt jetzt 86 gr, und wird in den Kasten gelegt.

Das Resultat des Versuches ist folgendes:

Versuch mit feuchter Wolle.

Lfde. No.	Datum	1 Liter Luft enthält:		Differenz pro 1 Liter	Differenz pro 1800 Liter in 1 Stunde	Bodengehalt
		Einstrom	Ausstrom			
		mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3
78.	24. II.	2,34	1,70	0,64	1152	2,29
79.	24. II.	2,34	1,74	0,60	1000	2,34
80.	24. II.	2,34	1,70	0,64	1152	2,29

Nachversuch ohne Wolle.

Lfde. No.	Datum	1 Liter Luft enthält:		Differenz pro 1 Liter	Differenz pro 1800 Liter in 1 Stunde	Bodengehalt
		Einstrom	Ausstrom			
		mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3
81.	24. II	2,34	2,25	0,09	162	2,29
82.	24. II.	2,29	2,25	0,04	72	2,29

Nachdem die Wolle ganz ähnlich absorbiert wie der Hund, machte ich das schon von Herrn Professor Dr. Lehmann beim Chlor angegebene Experimentum crucis; ich tötete den Hund und beobachtete seine Absorption.

Versuche mit totem Hund.

Der Hund wog jetzt 8700 gr und wurde mittelst Chloroform getötet.

VII. Vorversuch ohne Hund.

Lfde. No.	Datum	1 Liter Luft enthält:		Differenz pro 1 Liter	Differenz pro 1800 Liter in 1 Stunde	Bodengehalt
		Einstrom	Ausstrom			
		mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3
83.	25. II.	2,12	2,08	0,04	72	2,12

Versuch mit totem Hund.

Lfde. No.	Datum	1 Liter Luft enthält:		Differenz pro 1 Liter	Differenz pro 1800 Liter in 1 Stunde	Bodengehalt
		Einstrom	Ausstrom			
		mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3
84.	25. II.	1,70	1,19	0,51	918	1,65
85.	25. II.	1,61	1,15	0,46	828	1,57

Nachversuch ohne Hund.

Lfde. No.	Datum	1 Liter Luft enthält:		Differenz pro 1 Liter	Differenz pro 1800 Liter in 1 Stunde	Bodengehalt
		Einstrom	Ausstrom			
		mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3
86.	25. II.	1,61	1,57	0,04	72	1,57
87.	25. II.	1,57	1,53	0,04	72	1,57

VIII. Versuche mit angefeuchtetem Hund.

Der Hund wird sofort nach dem vorigen Versuch mit Wasser reichlich besprengt oder mit Wasser eingerieben und in den Kasten gelegt.

Lfde. No.	Datum	1 Liter Luft enthält:		Differenz pro 1 Liter	Differenz pro 1800 Liter in 1 Stunde	Bodengehalt
		Einstrom	Ausstrom			
		mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3
88.	25. II.	1,57	1,06	0,51	918	1,57
89.	25. II.	1,53	0,98	0,55	990	1,53

Nachversuch ohne Hund.

Lfde. No.	Datum	1 Liter Luft enthält:		Differenz pro 1 Liter	Differenz pro 1800 Liter in 1 Stunde	Bodengehalt
		Einstrom	Ausstrom			
		mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3
90.	25. II.	1,53	1,49	0,04	72	1,49
91.	25. II.	1,49	1,45	0,04	72	1,45

Die Ausrechnung ergab:

Ausrechnung von Versuch VI.

Im Vorversuch

absorbierte der Kasten pro Stunde: 90

72

Also im Mittel 81, bei einem Gehalt von 2,29.

Im Hauptversuch

absorbierte der Kasten mit Wolle pro Stunde: 396

612

774

Also im Mittel 594, bei einem Gehalt von 1,49.

Im Nachversuch

absorbierte der Kasten pro Stunde: 90

90

Also im Mittel 90, bei einem Gehalt von 1,57.

Es wäre also im Hauptversuch von der Wolle absorbiert pro Stunde: 594 — 90 = 504 mg Ammoniak.

Ausrechnung von Versuch VII.

Im Vorversuche

absorbierte der Kasten pro Stunde: 90

90

Also im Mittel 90, bei einem Gehalt von 1,57.

Im Hauptversuche

absorbierte der Kasten mit feuchter Wolle pro Stunde: 1152

1000

1152

Also im Mittel 1101, bei einem Gehalt von 2,04.

Im Nachversuche

absorbierte der Kasten pro Stunde: 162

72

Also im Mittel 117, bei einem Gehalt von 2,28.

Es wäre also im Hauptversuche von der Wolle absorbiert pro Stunde mindestens 1101 — 117 = 984 mg Ammoniak.

Ausrechnung von Versuch VIII.

Im Vorversuch

absorbierte der Kasten pro Stunde: 72.

Also im Mittel 72, bei einem Gehalt von 2,1.

Im Hauptversuch

absorbierte der Kasten mit totem Hund pro Stunde: 918

828

Also im Mittel 873, bei einem Gehalt von 1,41.

Im Nachversuch

absorbierte der Kasten pro Stunde: 72

72

Also im Mittel 72, bei einem Gehalt von 1,57.

Es wäre also im Hauptversuch von dem toten Hund absorbiert pro Stunde: 873 — 72 = 801 mg Ammoniak.

Ausrechnung zu Versuch IX.

Im Vorversuch

absorbierte der Hund 72 mg.

Im Hauptversuch

absorbierte der Kasten mit feuchtem totem Hunde

pro Stunde: 918

990

Also im Mittel 954, bei einem Gehalt von 1,23.

Im Nachversuch

absorbierte der Kasten pro Stunde: 72

72

Also im Mittel 72, bei einem Gehalt von 1,49.

Es wäre also im Hauptversuch von dem feuchten toten Hund absorbiert pro Stunde: 954 72 mg 882 mg Ammoniak.

Tabellarisch zusammengestellt diese Versuche:

Tabelle II.

No.	Inhalt des Kastens	Vorversuch			Hauptversuch			Nachversuch			Absorption durch Hund
		Kasten pro Stunde	Mittel	Gehalt	Kasten und Inhalt pro St.	Mittel	Gehalt	Kasten pro Stunde	Mittel	Gehalt	
		mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3	mg NH_3
I	Wolle	90 72	81	2,29	396 612 774	594	1,49	90 90	90	1,57	504
II	feucht. Wolle	90 90	90	1,57	1152 1000 1152	1101	2,04	162 72	117	2,28	984
III	toter Hund	72	72	2,1	918 828	873	1,41	72 72	72	1,57	801
IV	toter feucht. Hund	72 72	72	1,57	918 990	954	1,23	72 72	72	1,49	882

Der tote Hund III hatte ähnliche Werte wie im Leben absorbiert; bei 1,23 resp. 1,41 Gehalt war nach Tabelle I eine Absorption von ca. 1350 mg Ammoniak zu erwarten gewesen; der tote Hund absorbierte im Mittel 842 mg. Auf die Respiration könnte bei diesem Gehalt im Maximum eine Absorption von 160 mg kommen. Der tote Hund absorbiert durch die Haut 842 mg, also hätte der lebende etwa 1000 mg absorbiert, — eine Zahl, die 1350 schon ziemlich nahe kommt. Bedenken wir, dass der lebende Hund noch Speichel absonderte, der NH_3 zu binden im Stande war, dass wahrscheinlich die lebende Haut mehr NH_3 absorbierte als die tote, so stimmen die Versuche am toten Hunde sehr gut mit denen am lebenden überein.

Dass am toten Hund die Haare, und nicht die Haut das wichtige Absorptionsmittel für NH_3 darstellte, beweisen die Versuche mit reiner Wolle, die ja ebenfalls recht hohe Werte ergaben. Sie zeigen weiter viel deutlicher als der Versuch am toten Hund die Bedeutung der Feuchtigkeit für die NH_3 Absorption. Sie bieten endlich in Versuch I eine mir noch nicht klare, auffallende Beobachtung: Die Zunahme der NH_3 Absorption von $^1/_2$ Stunde zu $^1/_2$ Stunde; dass die Wolle anfangs aber trocken war und gleichzeitig Wasser absorbierte, hält Herr Professor Dr. Lehmann vorläufig für die wahrscheinlichste Erklärung.

Ich schliesse meine Arbeit mit dem Satze:

Hunde absorbieren aus einer NH_3 Atmosphäre bedeutende Mengen Ammoniak. Tiere von 8—9 Kilo, bei Dosen, die sie noch ohne Gefahr aushalten, bis 1,3 gr pro Stunde.

Diese Absorption findet nur zu 10—20 % durch die Lungen, der Rest durch Haut und Haare statt. Die Haare erscheinen wichtiger als die Haut.

Am Schlusse meiner Arbeit obliegt mir noch die angenehme Pflicht, Herrn Professor Dr. Lehmann für die Anregung zur Bearbeitung des Themas, sowie für die Uebernahme des Referates und die liebenswürdige Unterstützung bei Ausführung und Darstellung den aufrichtigsten Dank auszusprechen.

In gleicher Weise danke ich Herrn Dr. H. K. Lang, Privatassistenten des Herrn Professor Dr. Lehmann, der meine Versuche vielfach kontrollierte und mir mit Rat und That beistand.